

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-223239

(P2000-223239A)

(43) 公開日 平成12年8月11日 (2000. 8. 11)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターミナル (参考)

H 0 1 T 13/20

H 0 1 T 13/20

B

13/14

13/14

13/52

13/52

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-310523

(22) 出願日 平成11年11月1日 (1999. 11. 1)

(31) 優先権主張番号 特願平10-332750

(32) 優先日 平成10年11月24日 (1998. 11. 24)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

(72) 発明者 松原 佳弘

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72) 発明者 国分 昭男

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(74) 代理人 100098567

弁理士 加藤 壯祐 (外 1 名)

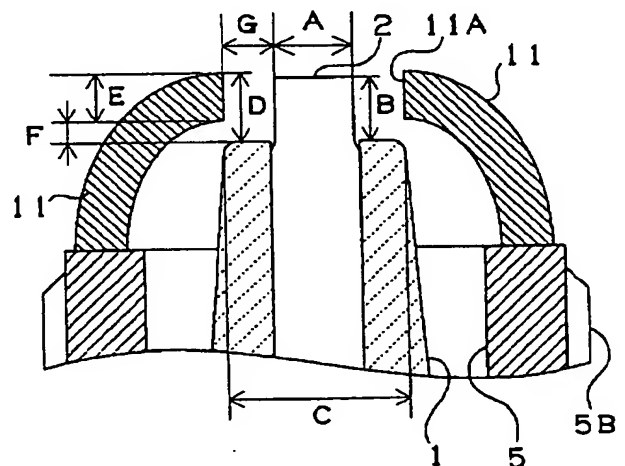
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スパークプラグ及びそのスパークプラグを用いた点火システム

(57) 【要約】

【課題】 高出力、高性能の内燃機関に使用され、耐汚損性、着火性に優れ、かつ、チャンネリングにも強く寿命の長いスパークプラグを提供する。

【解決手段】 接地電極 11 の端面 11 A が中心電極 2 の側周面に対向するようにすると共に、接地電極 11 の端面 11 A の後退側端縁が絶縁碍子 1 の端面より先端側に位置するように配置し、セミ沿面気中ギャップ F と側方電極気中ギャップ G との関係を、 $0.3 \leq F \leq 0.6$ 、 $G \leq (2/3)F + 1.0$  (単位は mm) とした。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 中心貫通孔を有する絶縁碑子と、前記中心貫通孔に保持された中心電極と、前記絶縁碑子を保持する主体金具と、その主体金具に電氣的に導通している接地電極とを備えたスパークプラグにおいて、前記中心電極と前記接地電極とは、中心電極側が正となる極性で放電用高電圧が印加されるようになっており、前記接地電極は、前記中心電極の先端部との間に火花放電ギャップを形成すると共に、前記中心電極の側周面に対向する対向面の後退側端縁が前記絶縁碑子の端面より先端側に位置するように配置したこと、を特徴とするスパークプラグ。

【請求項2】 前記接地電極の対向面から前記中心電極までの最短距離（G）を前記接地電極から前記絶縁碑子までの最短距離（F）の1.5倍以上（ $1.5F \leq G$ ）に形成したこと、を特徴とする請求項1記載のスパークプラグ。

【請求項3】 前記中心電極の先端面が、前記接地電極の対向面の先端側端縁と後退側端縁との間に位置するようにしたこと、を特徴とする請求項1または2記載のスパークプラグ。

【請求項4】 前記接地電極から前記絶縁碑子までの最短距離（F）を0.3mm以上0.6mm以下（ $0.3 \leq F \leq 0.6$ ）とし、さらに、前記接地電極の対向面から前記中心電極の側周面までの最短距離（G）を、 $G \leq (2/3)F + 1.0$ （単位はmm）としたこと、を特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載のスパークプラグ。

【請求項5】 前記中心電極が、少なくとも先端部の一部に耐火花消耗部材を備えることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載のスパークプラグ。

【請求項6】 前記接地電極が、少なくともその対向面の一部に耐火花消耗部材を備えることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載のスパークプラグ。

【請求項7】 前記中心電極は、その径が2mm以下に形成されていることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載のスパークプラグ。

【請求項8】 請求項1乃至7のいずれかに記載のスパークプラグの中心電極に正極性の高電圧を印加するようにしたこと、を特徴とする点火システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、内燃機関の着火装置として用いられるスパークプラグ及びその点火システムに関し、特に火花清浄作用による耐汚損性に優れたスパークプラグ及びその点火システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 高出力、高性能の内燃機関では標準型の平行電極のスパークプラグは、接地電極の耐熱性及び折損等の機械的強度の問題、それに低負荷時のカーボン汚

2

損の問題から使用できず、中心電極の側周面に対向して側方に複数の接地電極を配置したセミ沿面放電型あるいは間欠セミ沿面放電型のスパークプラグが採用されてきた。このようなセミ沿面放電型スパークプラグでは、中心電極と接地電極との間の絶縁碑子表面に火花が走るいわゆる沿面火花放電を生じることから絶縁碑子表面のチャンネリングの問題を発生しやすい。チャンネリングが進行すると耐熱性を損ねたりスパークプラグの信頼性の低下をもたらす寿命となる。このため、通常時の火花位置を絶縁碑子から離す目的で、気中火花放電接地電極とセミ沿面火花放電接地電極との2種類の側方接地電極を設けたスパークプラグが、特開平10-189212号公報に提案されている。

【0003】 また、標準型の平行電極のスパークプラグでは負極性の方が要求電圧が低くなることから中心電極に負の高電圧を印加する負極性の点火システムが一般的に使用されてきた。このため、要求電圧が極性によって余り変わらないセミ沿面放電型スパークプラグでも負極性の点火システムが使用されることが多く、たまたまコスト低減のため両極性の点火システムを使用したものが散見されるに止まった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来の2種類の側方接地電極を設けたスパークプラグは構造が複雑なため、性能的にはチャンネリングに強く良好であってもコスト高になるという問題点があった。また、特定のスパークプラグでは、一般的な負極性の点火システムではなく、中心電極に正の高電圧を印加する正極性の点火システムを用いた方が耐チャンネリング性に優れることを発見した。

【0005】 そこで、本発明は、高出力、高性能の内燃機関に使用されるものであって、耐汚損性に優れ着火性にも優れ、かつ、チャンネリングにも強く寿命の長いスパークプラグ及びその点火システムを提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するため、本発明のうち請求項1記載の発明は、中心貫通孔を有する絶縁碑子と、前記中心貫通孔に保持された中心電極と、前記絶縁碑子を保持する主体金具と、その主体金具に電氣的に導通している接地電極とを備えたスパークプラグにおいて、前記中心電極と前記接地電極とは、中心電極側が正となる極性で放電用高電圧が印加されるようになっており、前記接地電極は、前記中心電極の先端部との間に火花放電ギャップを形成すると共に、前記中心電極の側周面に対向する対向面の後退側端縁が前記絶縁碑子の端面より先端側に位置するように配置したこと、を特徴とする。

【0007】 このように形成すると、高電圧を印加した際の飛火の内、絶縁碑子の表面に沿わないで飛火する頻

(3)

3

度が高くなる。ことに中心電極に正の高電圧を印加する正極性で使用すると、実験によると、絶縁碍子の表面から離れた中心電極の先端での飛火率が顕著に高くなる。それ故、着火性が良好になる。また、通常時に絶縁碍子の表面に沿った飛火が激減し、それだけ火花が絶縁碍子の表面を傷める機会が減り、チャンネリングに強くなる。

【0008】中心電極に正の高電圧を印加する正極性で使用すると、絶縁碍子の表面に沿った飛火が激減し、チャンネリングに強くなる理由は次のようであると考えている。図3はスパークプラグの先端部を示す断面図であり、各部の帯電の様子を示している。図3(A)は中心電極2に正の高電圧を印加した本発明の構成に係る場合であり、図3(B)は中心電極2に負の高電圧を印加した従来の場合を示している。

【0009】第1に、本発明の場合、図3(A)に示すように、中心電極2の極性が正なので絶縁碍子1の表面、特に端面が誘電分極により負に帯電した状態になる。このため、接地電極11の先端側の端縁11A近傍の電界が後退側の端縁11B近傍の電界より強くなり、先端側の端縁11Aから火花が発生する頻度が後退側の端縁11Bから火花が発生する頻度より高くなる。発生頻度の高い先端側の端縁11Aからの火花は絶縁碍子1から離れているので、チャンネリング等を引き起こしにくくなる。

【0010】第2に、接地電極11の後退側の端縁11Bから火花が発生したとしても、火花の主体をなす負電荷粒子(例えば電子)は絶縁碍子1表面の負の帯電と反発し、静電反発作用により火花は絶縁碍子1から離れて走る傾向が強くなる。このため、絶縁碍子1の表面を這う火花伝播が生ずる確率が低くなり、火花アタックによるチャンネリングが生じにくくなる。これに対して、従来の負極性の構成では、図3(B)に示すように、絶縁碍子1の表面が正に帯電した状態になる。このため、火花が絶縁碍子1の表面に引き寄せられ易くなり、チャンネリングを引き起こしやすくなるものと考えられる。

【0011】第3に、火花放電の前駆をなすコロナ放電の態様の違いである。一般に火花放電に先立ってコロナ放電が発生する。このコロナ放電の形態が、これに引き続いて発生する火花放電の挙動を支配すると考えられている。ところで、コロナ放電の形態は、正極側と負極側とでは挙動が異なる。例えば、針電極と面電極とを対向させ、針電極を正極として印加電圧を上げていくと、電圧の低い段階ではグローコロナが発生するに留まるが、印加電圧を上昇していくと、針電極先端から樹枝状の発光部が音を伴いながら激しくのびる、ブラシ放電に移行する。ブラシ放電は、初期段階のブラシコロナから、より火花放電に近づくストリーマコロナに進展する。これに対して、針電極を負極とした場合は、上記のような放電形態の変化が明瞭でなくなり、電圧を上昇させてもグ

4

ローコロナに近い放電形態が電極先端付近で持続し、樹枝状の発光には伸展しにくい。

【0012】これを、スパークプラグの電極間放電に当てはめて考えてみる。まず、図3(B)に示す従来の構成のように、中心電極2を負極とした場合には、接地電極11の端縁11A、11Bが上記針状電極に相当する正極先端として、ブラシ放電形態で接地電極11の端縁11A、11Bから伸展したコロナが中心電極2に到着し、火花放電のブレイクダウンに至ると考えられる。このとき、後退側の端縁11B近傍の電界強度が一番強くなるため、後退側の端縁11Bから伸展したコロナにより完成される放電路は絶縁碍子1の表面を這いやすくなる。

【0013】一方、図3(A)に示す本発明の構成のように、中心電極2を正極とした場合には、中心電極2の端縁2Aが上記針状電極に相当する正極先端となり、中心電極2の端縁2Aから伸展したコロナが接地電極11に到達しブレイクダウンに至ると考えられる。このとき、接地電極11は絶縁碍子1と空中を隔てているため、電界の集中は絶縁碍子1の表面電荷の影響を受けにくい。従って、このコロナにより完成される放電路は絶縁碍子1から少し浮く形となり、火花アタックによるチャンネリングが発生しにくくなるものと考えられる。

【0014】第4に、コロナの伸展する方向の相違による絶縁碍子1の受ける損傷の相違である。図3(B)に示す従来の構成では、接地電極11側からコロナが伸展するため、絶縁碍子1に対し高電界のストレスを直接与えることになり、イオンの衝突による絶縁碍子1の貫通(小孔が明くこと)が起こりやすくなる。これに対して、図3(A)に示す本発明の構成では、絶縁碍子1に接触した中心電極2からコロナが伸展するため、また、絶縁碍子1に印加される電界が緩和されるため、絶縁碍子1の貫通が起こりにくくなると考えられる。従って、チャンネリングに強くなる。

【0015】ここで、請求項2記載の発明のように、前記接地電極の対向面から前記中心電極までの最短距離(G)を前記接地電極から前記絶縁碍子までの最短距離(F)の1.5倍以上( $1.5F \leq G$ )に形成したことを特徴とすることができる。このように形成すると、 $1.5F \leq G$ に形成されているから、絶縁碍子の端面がカーボンで汚損すると、接地電極から絶縁碍子の端面に飛火する沿面放電を起こす確率が高くなり、カーボンで汚損された絶縁碍子の端面を火花清浄する確率が高くなる。このため、耐汚損性に優れる。

【0016】ここで、請求項3記載の発明のように、前記中心電極の先端面が、前記接地電極の対向面の先端側端縁と後退側端縁との間に位置するようにしたこと、を特徴とすることができる。このように形成すると、高電圧を印加した際に、中心電極の先端で飛火する確率が非常に高くなるため、スパークプラグの着火性がさらに良

5

好になる。

【0017】ここで、請求項4記載の発明のように、前記接地電極から前記絶縁端子までの最短距離(F)を0.3mm以上0.6mm以下( $0.3 \leq F \leq 0.6$ )とし、さらに、前記接地電極の対向面から前記中心電極の側周面までの最短距離(G)を、 $G \leq (2/3)F + 1.0$  (単位はmm)としたこと、を特徴とすることができる。このように形成すると、 $0.3 \leq F$ 、であるから、カーボンの塊等が絶縁端子と接地電極との間に入り込むことにより短絡する、いわゆるカーボンブリッジを起すことが無くなる。また、 $F \leq 0.6$ 、であるので沿面放電による火花清浄性を損なうこともない。さらに、 $G \leq (2/3)F + 1.0$  (単位はmm)とすることにより、絶縁端子の端面に沿った飛火の発生を低減でき、チャンネリングを軽減することができることが実験的に分かった。

【0018】チャンネリングを軽減できる理由について説明する。スパークプラグを実際のエンジンに装着し、無負荷で空ふかしを行うレーシングを行った場合には、スパークプラグに火花が生じる際の気筒内の圧力は5気圧程度に達する場合がある。放電電圧に対する圧力の影響は、絶縁端子の表面に沿う沿面火花放電の方が気中放電に比べて小さいため、このような高圧力下では、絶縁端子の表面がカーボンで汚損されていなくとも絶縁端子の端面に沿った沿面火花放電が生じやすくなる。特に、このような高圧力下では、火花放電のうち容量放電分が多くなるため火花のエネルギー密度が高い。この高いエネルギー密度の火花によって生じるチャンネリング量は圧力の低い状態で生じる火花によるチャンネリング量よりも多く、深いチャンネリングを生ずる。

【0019】従って、カーボン汚損の火花清浄に寄与しない沿面火花放電の発生はチャンネリング防止の観点から好ましくない。接地電極の対向面から前記絶縁端子までの最短距離Fと、接地電極の対向面から中心電極の側周面までの最短距離Gを、 $G \leq (2/3)F + 1.0$  (単位はmm)と設定することにより、高圧下における絶縁端子の表面に沿った飛火の発生を低減できることが実験的に分かったものである。

【0020】ここで、請求項5記載の発明のように、中心電極が、少なくとも先端部の一部に耐火花消耗部材を備えることを特徴とすることができる。ここで、耐火花消耗部材とは、普通に電極材料として用いられる耐食性に優れたニッケル合金であるインコネルより融点の高い貴金属材料のすべてをいい、より具体的には、白金(Pt)、白金-イリジウム(Pt-Ir)、白金-ニッケル(Pt-Ni)、白金-イリジウム-ニッケル(Pt-Ir-Ni)、白金-ロジウム(Pt-Rh)、イリジウム-ロジウム(Ir-Rh)、イリジウム-イットリア(Ir-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)などの貴金属、貴金属合金、又は貴金属焼結体等の部材のすべてをいう。

(4)

6

【0021】このように形成すると、飛火の集中する中心電極の先端部の消耗が少なくなり、それだけスパークプラグの寿命が長くなる。また、中心電極の先端部が消耗で角が取れ丸くなることを防ぐから、それだけ先端への飛火の集中を維持することができる。

【0022】ここで、請求項6記載の発明のように、接地電極が、少なくともその端面の一部に耐火花消耗部材を備えることを特徴とすることができるこのように形成すると、中心電極側方に配置された接地電極の飛火面の消耗が少なくなり、それだけスパークプラグの寿命が長くなる。

【0023】ここで、請求項7記載の発明のように、中心電極は、その径が2mm以下に形成されていることを特徴とすることができる。このように形成すると、沿面火花放電の際にカーボン汚損を清浄する火花清浄性が向上し、耐汚損性が向上する。

【0024】ここで、請求項8記載の発明のように、上記のスパークプラグの中心電極に正極性の高電圧を印加するようにしたことを特徴とする点火システムとすることができる。このように点火システムを構成すると、中心電極の先端に飛火が集中するから着火性が良くなり、火花が絶縁端子から離れるからチャンネリングにも強い点火システムとなる。

【0025】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について図面を参照し説明する。図1は本発明に係るスパークプラグ20の部分断面図である。周知のように、アルミナ等からなる絶縁端子1は、その上部に沿面距離を稼ぐためのコルゲーション部1Aを、下部に内燃機関の燃焼室に曝される脚長部1Bを備え、その軸中心には中心貫通孔1Cを備えている。中心貫通孔1Cの下端(先端)には、インコネル(商標名)や95wt%ニッケル等のニッケル合金からなる中心電極2が保持され、中心電極2は絶縁端子1の下端面から下方に突出している。中心電極2は実際にはニッケル合金単体で構成されるものではなく、その中心に芯材として銅(Cu)が封入され熱伝導度の改善を図っているが、図面が複雑になるので図示していない。中心電極2は中心貫通孔1Cの内部に設けられたガラス抵抗3を経由して上方の端子4に電気的に接続されている。端子4には図示しない高耐圧ケーブルが接続され高電圧が印加される。上記絶縁端子1は主体金具5に囲まれ支持されている。

【0026】主体金具5は低炭素鋼材で構成され、スパークプラグレンチと嵌合する六角形部5Aと、シリンダヘッドに螺合するねじ部5Bとを備えている。主体金具5はそのかしめ部5Cにより絶縁端子1にかしめられ、主体金具5と絶縁端子1が一体にされる。かしめによる密閉を完全なものとするため、主体金具5の内周段部5Eと絶縁端子1との間に板状のパッキン部材6を介在して燃焼室に曝される脚長部1Bと絶縁端子1の上部との

(5)

7  
シールを完全にしている。また、かしめ部5Cと絶縁端子1との間にワイヤ状のシール部材7、8を介在し、シール部材7、8の間にタルク（滑石）9の粉末を充填して弾性的にシールをし主体金具5と絶縁端子1との固定を完全にしている。勿論、タルク9の無い形式のスパークプラグでも良い。また、ねじ部5Bの上端にはガスケット10が嵌挿されている。主体金具5の下端に95wt%ニッケル等のニッケル合金からなる2つの接地電極11、11が溶接により接合されている。接地電極11、11はその端面が中心電極2の側周面に対向するように形成されている。

【0027】図2は第1の実施の形態に係るスパークプラグの先端部を拡大して示す断面図である。図1とは上下を逆にして先端を上にして描いている。2つの95wt%ニッケルからなる接地電極11、11は互いに180度の位置に配設され、その接地電極11の対向面をなす端面11Aが95wt%ニッケルからなる中心電極2の側周面に対向するようにされている。接地電極11の端面11Aの後退側端縁（図で下側の端縁）が絶縁端子1の端面より先端側に（図で上側に）位置するように配置している。そして、接地電極11の端面11Aから中心電極2の側周面までの最短距離Gより接地電極11の端面11Aから絶縁端子1までの最短距離Fの方が短くなるように形成されている。

【0028】各部の寸法の詳細について説明する。中心電極2の直径Aは、 $A=2.0$ （単位はmm、以下同じ）、中心電極2の絶縁端子1からの突き出し量Bは、 $B=1.8$ と $B=2.2$ のものの2種類を製作した。絶縁端子1の端面の直径Cは、 $C=4.6$ 、である。絶\*

中心電極の極性、突き出し量と飛火率

中心電極の極性	中心電極の突き出し量B	接地電極の突き出し量D	中心電極先端での飛火率	くすぶり時のセミ沿面放電飛火率
-	2.2mm	2.1mm	30%	100%
+	2.2mm	2.1mm	70%	100%
+	1.8mm	2.1mm	100%	100%

【0031】表1から明らかなように、中心電極2に負極性の高電圧を印加する場合の中心電極先端での飛火率が30%であるのに比べて、中心電極2に正極性の高電圧を印加すると中心電極先端での飛火率が2倍以上の70%になり顕著に向上している。特に、中心電極2の突き出し量Bを $B=1.8$ とし中心電極2の先端位置が接地電極11の端面11Aの先端側端縁を飛び出さないようにしたものでは（ $D=2.1$ ）、中心電極先端での飛火率が100%を示すに至っている。このように中心電極2を正極性にして用いると、中心電極先端での飛火率が顕著に向上する。中心電極先端での飛火率が向上すればそれだけ着火性が良くなり、また、絶縁端子1の端面に沿って火花が走るセミ沿面放電が減って火花により絶縁端子の表面がえぐられるチャンネリングの起こる確率

8  
\* 縁端子1の端面から接地電極11の端面11Aのスパークプラグ先端側の端縁（図面上側の端縁）までの距離D（以下、接地電極の突き出し量Dという）は、 $D=2.1$ 、接地電極11の厚さ（端面11Aの図面上側の端縁から下側の端縁までの距離）Eは、 $E=1.6$ 、接地電極11の端面11Aの図面下側の端縁から絶縁端子1の端面までの距離F（以下、セミ沿面気中ギャップFという）は、 $F=0.5$ 、接地電極11の端面11Aから中心電極2の側周面までの距離G（以下、側方電極気中ギャップGという）は、 $G=1.3$ 、である。

【0029】従って、この実施の形態のスパークプラグは、接地電極11、11が複数個設けられ、その接地電極11の端面11Aが中心電極2の側周面に対向するように形成されている。そして、接地電極11の端面11Aの後退側端縁が絶縁端子1の端面より先端側に位置するように配置している（ $F=0.5$ ）。さらに、接地電極11の端面11Aから中心電極2の側周面までの最短距離（ $G=1.3$ ）より接地電極11の端面11Aから絶縁端子1までの最短距離（ $F=0.5$ ）の方が短くなるように形成している。そして、中心電極2の先端面の位置が、接地電極11の端面11Aの先端側端縁近傍と後退側端縁との間に位置するようにした（ $D=2.1$ に対して $B=1.8\sim 2.2$ ）。従って、この実施の形態のスパークプラグは請求項1、2、3の要件を満たす。このスパークプラグの飛火特性について中心電極2に印加する電圧の極性を変えて実験してみた。その結果を表1に示す。

【0030】

【表1】

が減る。すなわちチャンネリングに強くなる。

【0032】一方、スパークプラグが「くすぶり」の状態にある汚損時には、中心電極2の極性にかかわらず、100%セミ沿面放電が発生した。側方気中ギャップG（ $=1.3$ ）よりセミ沿面気中ギャップF（ $=0.5$ ）の方が小さいためであると考えられる。すなわち火花清浄作用が働き、絶縁端子1表面のカーボンが焼き払われるため汚損に強くなる。

【0033】次に、この種のスパークプラグの耐汚損性と中心電極2の直径Aとの関係を実験により調べた。中心電極2の直径Aは0.6mmから2.4mmまで8種類のものを揃えた。中心電極2の突き出し量Bは、 $B=1.8$ 、絶縁端子1の端面の直径Cは、 $C=A+2.6$ 、とした。つまり絶縁端子1の肉厚に1.3mmを確

9

保した。セミ沿面気中ギャップFは、 $F=0.4$ 、とし、接地電極11の厚さEは、 $E=1.6$ 、としたので、接地電極の突き出し量Dは、 $D=2.0$ 、となった。また、側方電極気中ギャップGは、 $G=1.3$ 、とした。

【0034】耐汚損性の評価は、いわゆる、プレデリバリー汚損テストで評価した。プレデリバリー汚損 (pre delivery fouling) とは車の組立工場からデラまでの間、新車を搬送する際に、極く短い距離ずつ何回も運転されるのでスパークプラグの温度が上昇せず「くすぶり」の状態になり、スパークプラグの絶縁抵抗が低下する汚損をいう。プレデリバリー汚損の評価は、JIS D 1606 の「くすぶり汚損試験」で詳細に規定されているように、 $-10^{\circ}\text{C}$ の低温試験室に自動車置き、低速で数十秒間の運転を数回寸動させる所定の運転パターンを1サイクルとして運転を行い、各サイクルの中程と終わりでのスパークプラグの絶縁抵抗を測定して耐汚損性を評価する。中心電極2にプラスの高電圧を印加する正極性の点火システムにおける中心電極2の直径Aとプレデリバリー汚損テストの結果を表2に示す。

【0035】

【表2】

正極性におけるプレデリバリー  
汚損テスト結果

中心電極の直径 A	結果
0.6 mm	◎
1.0 mm	◎
1.2 mm	◎
1.6 mm	○
1.8 mm	○
2.0 mm	○
2.2 mm	△
2.4 mm	×

【0036】表2で、◎は10MΩまで絶縁抵抗が低下するのに20サイクル以上を要したものの、○は10～20サイクルを要したものの、△は5～10サイクルを要したものの、×は5サイクル以下で10MΩ以下に絶縁抵抗が低下したものを示している。表2から明らかなように、中心電極2の直径Aは細いほど耐汚損性が良い。表2から中心電極2は、その直径Aが2mm以下に形成されていることが好ましく、さらに好ましくは直径Aが1.2mm以下に形成されていることが望ましい。この試験結果は請求項7の発明を支持している。

【0037】図4は、この種のスパークプラグの耐チャンネリング性をセミ沿面気中ギャップFと側方気中ギャップGとの関係から実験により調べた結果を示すグラフ図である。横軸はセミ沿面気中ギャップFを、縦軸は側方電極気中ギャップGを示し、図中の符号(◎○△)はチャンネリングの程度を示している。セミ沿面気中ギャップFは、0.3mm、0.45mm、及び0.6mm

(6)

10

のものを揃え、側方電極気中ギャップGは、1.0mmのものから、1.4mmのものまで揃えることによって、全部で11種のスパークプラグによって実験を行った。接地電極11の厚さEは、 $E=1.6$ mmとしたので、接地電極11の突き出し量Dは、セミ沿面気中ギャップFの大きさに従って、それぞれ1.9mm、2.05mm、及び2.2mmとなった。また、中心電極2の先端を接地電極11の端面11Aの先端側の端縁と同じ位置に合わせた。

【0038】耐チャンネリング性の評価実験は、約5気圧の空気加圧雰囲気中で、ピーク電圧が約20kVの高電圧を中心電極2を正とする正極性で60Hzにて断続的に500時間印加した。そして、絶縁端子1の表面に生じたチャンネリング溝の深さを走査型電子顕微鏡により観察し測定した。この実験は、カーボン汚損の火花清浄には寄与しない絶縁端子1の端面に沿った沿面火花放電の発生によるチャンネリングの程度を測定していることになる。

【0039】実験結果は、チャンネリング溝深さが、0.2mm未満のものを軽度とし◎印で図4に表し、0.2～0.4mmのものを中度とし○印で表し、0.4mmを超えるものを重度として△印で表した。図4から明らかなように、直線101より下の範囲で耐チャンネリング性が良好な結果を得た。直線101は式、 $G=(2/3)F+1.0$ 、で表現できることから、セミ沿面気中ギャップFと側方電極気中ギャップGとの関係は、 $G \leq (2/3)F+1.0$ 、(単位はmm)を満たすことが耐チャンネリング性の面から好ましいといえる。この結論は請求項4の発明を支持するものである。

【0040】図5は第2の実施の形態を示すスパークプラグ先端部の断面図である。このスパークプラグではインコネル(商標名)からなる中心電極2の先端に円板状の白金(Pt)からなる耐火花消耗部材21が抵抗溶接により固着されている。中心電極2の直径Aは、 $A=2.0$ 、絶縁端子1の端面の直径Cは、 $C=4.6$ 、95wt%ニッケルからなる接地電極11の厚さEは、 $E=1.6$ 、セミ沿面気中ギャップFは、 $F=0.5$ 、側方電極気中ギャップGは、 $G=1.3$ 、である。そして、中心電極2の突き出し量Bは前述の第1の実施の形態に比べて小さく、 $B=0.3$ 、 $B=0.5$ 、 $B=1.0$ の3種類を用意した。

【0041】図6は上記3種類のスパークプラグでの実機耐久テスト結果を示すグラフ図である。横軸は耐久運転時間を、縦軸はギャップ消費量すなわち側方電極気中ギャップGの増加量を示している。運転条件は直列6気筒2リッターのエンジンを用い、5000rpmでスロットル全開、WOT (wide open throttle)、で運転した。図中で、△は中心電極2の突き出し量Bが $B=0.3$ のもの、□は突き出し量Bが $B=0.5$ のもの、○は突き出し量Bが $B=1.0$ のものをそれぞれ示してい



(7)

11

る。

【0042】図から明かなように、中心電極2の先端が接地電極11の端面11Aの図面下側の端縁より下に位置する、中心電極2の突き出し量Bが $B=0.3$ のもの(△)が最もギャップ消耗量が多く最も耐久性が低かった。中心電極2の突き出し量Bが $B=0.5$ のもの

(□)がこれに次ぎ、中心電極2の突き出し量Bが $B=1.0$ で中心電極2の先端が接地電極11の端面11Aの図面上下の端縁の間に位置するもの(○)が最もギャップ消耗量が小さく、耐久性に優れていた。このテスト結果から、中心電極2の先端面が、接地電極11の後退側端縁より先端側に位置することが耐久性の面から好ましいといえる。このテスト結果は請求項3の発明の要件を支持するものである。

【0043】図7(A)は第3の実施態様を示すスパークプラグ先端部の断面図である。この間欠セミ浴面放電スパークプラグでは95wt%ニッケルからなる中心電極2の先端面ではなく側周に白金(Pt)からなる耐火花消耗部材22がレーザ溶接により溶融固着されている。耐火花消耗部材22は中心電極2の先端部にまで達している。各部の寸法は第1の実施の形態と略同じである。この実施の形態でも正極性で用いれば中心電極2の先端部での飛火率が向上し、それだけチャンネリングに強い間欠セミ浴面放電スパークプラグとなる。また、中心電極2の先端部に耐火花消耗部材22を備えるから耐久性に優れたスパークプラグとなる。この実施の形態は請求項5の発明に対応している。

【0044】図7(B)は第4の実施態様を示すスパークプラグ先端部の断面図である。この間欠セミ浴面放電スパークプラグではインコネル(商標名)からなる中心電極本体2'の絶縁碍子1から突出した部分が縮径されている。その縮径された中心電極本体2'の先端に、白金(Pt)からなり円柱形状をした耐火花消耗部材であるチップ23が抵抗溶接により固着され、チップ23と中心電極本体2'により中心電極を構成している。そして中心電極の先端(チップ23の先端)が接地電極11の先端側の端縁と後退側の端縁との間に位置するようにされている。この実施の形態では、中心電極の強度を下げず先端部を細径とすることができ、細径とすることで縁面放電時の火花清浄性を高め耐汚損性を向上させることができる。また、中心電極の先端部が白金からなるチップ23であるから火花消耗性に優れる。この実施の形態は請求項5の発明に対応している。

【0045】図8は第5の実施の形態を示すスパークプラグ先端部の断面図である。このスパークプラグでは接地電極11'の端面11A'が耐火花消耗部材を有しない中心電極2の側周面に斜めに対向している。そして、接地電極11'の端面11A'のうち図面下側の端縁11Bから中心電極2の側周面までの最短距離Gは接地電極11'から絶縁碍子1までの最短距離Fの1.5倍以

12

上になるように形成されている。また、中心電極2の直径Aは、 $A=2.0$ 、絶縁碍子1の端面の直径Cは、 $C=4.6$ 、95wt%ニッケルからなる接地電極11の厚さEは、 $E=1.6$ 、セミ浴面気中ギャップFは、 $F=0.5$ 、側方電極気中ギャップGは、 $G=1.5$ である。なお、中心電極2は、95wt%ニッケルによって形成されている。その他は図5に示す第2の実施の形態と同じである。

【0046】このように形成すると、走行の最初の段階から、放電間隔が狭く電界の集中する接地電極11'の端面11A'のうち図面下側の端縁11Bと中心電極2の側周面に飛火が集中し、中心電極2の根元近傍での飛火頻度のはるかに低減する。また、数万Kmの走行後は中心電極2の側周部が火花消耗し、若干径が細くなる。先端の部分はその径がほぼ維持されるため飛火が先端部にさらに集中する。このため、耐チャンネリング性に優れたスパークプラグになる。絶縁碍子1が汚損されたときは接地電極11から絶縁碍子1に飛火し、セミ浴面放電が生じて火花清浄する。この実施の形態は電界の集中しやすい中心電極先端部の形状が維持されるため、中心電極先端部での飛火率がより高くなり、それだけ耐チャンネリング性に優れ寿命が長くなるという利点がある。また、先端部で飛火するため着火性に優れるという利点がある。従って、それだけより耐チャンネリング性に優れ寿命が長くなり、着火性に優れるという利点がある。この第5の実施の形態は請求項2に対応している。

【0047】図9(A)は第6の実施の形態を示すスパークプラグ先端部の断面図である。この実施の形態ではインコネル(商標名)からなる中心電極本体2''は絶縁碍子1'の中に埋没している。その埋没した中心電極本体2''の先端面に、先端部が細径で根本部が太い段付き円柱形状をした白金からなる耐火花消耗部材24が、抵抗溶接により固着されている。そして円柱形状をした耐火花消耗部材24の細径の先端面が95wt%ニッケルからなる接地電極11の端面11Aの先端側端縁と後退側端縁との間に位置するようにされ、中心電極本体2''と耐火花消耗部材24とで中心電極を構成している。このように構成すると、飛火部が細径であってかつ火花耐久性に優れた中心電極を比較的容易に作成することができる。

【0048】図9(B)は第7の実施の形態を示すスパークプラグ先端部の断面図である。この実施の形態ではインコネル(商標名)からなる中心電極本体2''は絶縁碍子1'の中に埋没している。その埋没した中心電極本体2''の先端面に、先端部が細径で根本部が太い段付き円柱形状をした白金からなる耐火花消耗部材25が、抵抗溶接により固着されている。中心電極本体2''及び段付き円柱形状をした耐火花消耗部材25の太径の根本部を覆い隠すように絶縁碍子1'の端面部が形成されている。そして段付き円柱形状をした耐火花消耗部材25の

(8)

13

細径の先端部が絶縁碍子1"の端面から突出している。中心電極本体2"と耐火花消耗部材25とで中心電極を構成している。接地電極11はインコネル(商標名)からなり、その端面に耐火花消耗部材26が抵抗溶接されている。そして、中心電極の耐火花消耗部材25の先端面が接地電極11の耐火花消耗部材26を抵抗溶接された端面の先端側端縁と後退側端縁との間に位置するようにされている。

【0049】図10は図9(B)に示す第7の実施の形態のスパークプラグ先端部の平面図である。各接地電極11'、11'の先端はくさびのように細くされ、その先端に角柱形状をした白金からなる耐火花消耗部材26が固着されている。インコネル(商標名)からなる接地電極の耐火花消耗部材26は中心電極をなす耐火花消耗部材25の側周面に対向している。この実施の形態は中心電極と接地電極との両者の飛火部に耐火花消耗部材25、26を備えるから、中心電極の飛火部25と接地電極の飛火部26の両者が耐火花消耗性に優れ、従って耐久性に優れるという利点がある。また、絶縁碍子1"の端面の面積が図9(A)に示す第6の実施の形態に比べて広いから耐汚損性に優れる。この実施の形態は請求項6の発明に対応している。

【0050】図11は正極性の点火システムを示す回路図である。バッテリー31は点火コイル34の1次側コイルに接続され、1次側コイルの他端はイグナイタ33を介して接地されている。イグナイタ33はエンジン制御コンピュータユニット(ECU)32に接続され制御される。点火コイル34の2次側は通常とは逆に負極側が接地され、正極側が高耐圧ケーブル35を経由してスパークプラグ20に接続されている。スパークプラグ20には前述の第1の実施の形態から第7の実施の形態までのいずれかの間欠セミ沿面放電スパークプラグが用いられる。

【0051】エンジン制御コンピュータユニット(ECU)32が適切なタイミングでパルス信号をイグナイタ33に送り、点火コイル34の1次側コイルに数mSの間電流を通電させた後、遮断する。この結果、点火コイル34の2次側コイルの正極側に正極性の高電圧が発生する。この正極性の高電圧は高耐圧ケーブル35を経由してスパークプラグ20の中心電極2に印加され、中心電極2と接地電極11との間の空気絶縁を破壊して火花放電が発生する。この火花放電により矢印102のように放電電流が流れる。

【0052】この火花放電は正極性であるので、前述のように、中心電極2の先端での飛火率が顕著に高くなり、絶縁碍子1を傷めるチャンネリングの発生する頻度が低くなりスパークプラグの寿命が長くなる。図11に記載の点火システムは請求項8に記載の発明の一例である。

【0053】以上説明した実施の形態では、接地電極1

14

1をいずれも2極として説明したが、接地電極は1極でも良く、また、3極若しくは4極といった多極のスパークプラグとしても良いことは明らかである。

【0054】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のうち請求項1記載の発明は、中心電極が正となる極性で放電用高電圧が印加される正極性で用いるものであるから、中心電極の先端での飛火率が顕著に高くなり着火性が良好になると共に、絶縁碍子の表面に沿った飛火が激減し、チャンネリングに強くなるという優れた効果がある。請求項2記載の発明は、セミ沿面気中ギャップFと側方電極気中ギャップGとの間に、 $1.5F \leq G$ 、なる関係を設けたものであるから、上記の効果に加え、絶縁碍子のカーボン汚損時に沿面飛火を起こす確率が高くなり、耐汚損性に優れるという効果がある。請求項3記載の発明は、中心電極の先端面の位置を規定したものであるから、中心電極の先端で飛火する確率がさらに高くなり、着火性に優れるという効果がある。請求項4記載の発明は、セミ沿面気中ギャップFと側方電極気中ギャップGとの間に、 $0.3 \leq F \leq 0.6$ 、 $G \leq (2/3)F + 1$ 。(単位はmm)なる関係を設けたものであるから、カーボンブリッジができにくく耐汚損性に優れると共に、高圧力雰囲気下でも絶縁碍子の端面に沿った飛火を低減でき、チャンネリングにさらに強くなるという優れた効果がある。

【0055】請求項5及び6記載の発明は、耐火花消耗部材を電極に備えるものであるから、上記効果に加え、電極消耗に強くスパークプラグの寿命が長くなるという効果がある。さらに、電極先端部の角が取れ丸くなることを防ぐから先端への飛火の集中を維持することができる効果がある請求項7記載の発明は、中心電極の径を2mm以下にしたものであるから、いわゆるブレデリバリー汚損に強くなり、耐汚損性に優れるという効果がある。請求項8記載の発明は、スパークプラグを正極性で用いる点火システムであるから、着火性が良くなり、かつ、チャンネリングにも強くなるという優れた効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るスパークプラグの部分断面図である。

【図2】第1の実施の形態に係るスパークプラグの先端部を拡大して示す断面図である。

【図3】スパークプラグ先端部の帯電の様子を示す半面の断面図である。

【図4】スパークプラグの耐チャンネリング性をセミ沿面気中ギャップFと側方電極気中ギャップGとの関係から実験により調べた結果を示すグラフ図である。

【図5】第2の実施の形態に係るスパークプラグの先端部を拡大して示す断面図である。

【図6】中心電極の突き出し量の異なる3種類のスパーク



(9)

15

クプラグでの実機耐久テスト結果を示すグラフ図である。

【図7】図7(A)は第3の実施の形態に係るスパークプラグの先端部を拡大して示す断面図である。図7

(B)は第4の実施の形態に係るスパークプラグの先端部を拡大して示す断面図である。

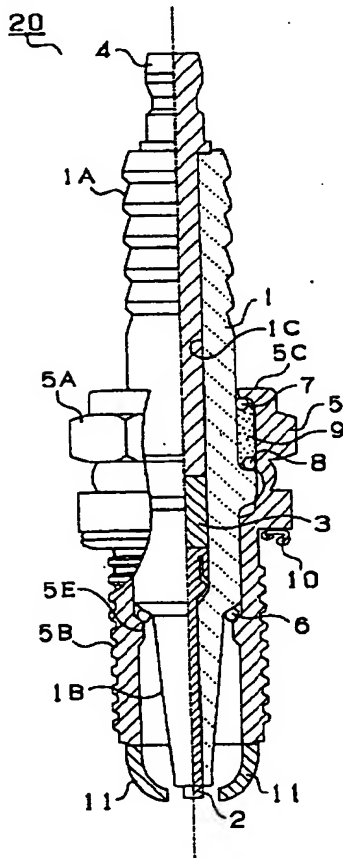
【図8】図8は第5の実施の形態に係るスパークプラグの先端部を拡大して示す断面図である。

【図9】図9(A)は第6の実施の形態に係るスパークプラグの先端部を拡大して示す断面図である。図9

(B)は第7の実施の形態に係るスパークプラグの先端部を拡大して示す断面図である。

【図10】第7の実施の形態に係るスパークプラグの先端部を示す平面図である。

【図1】



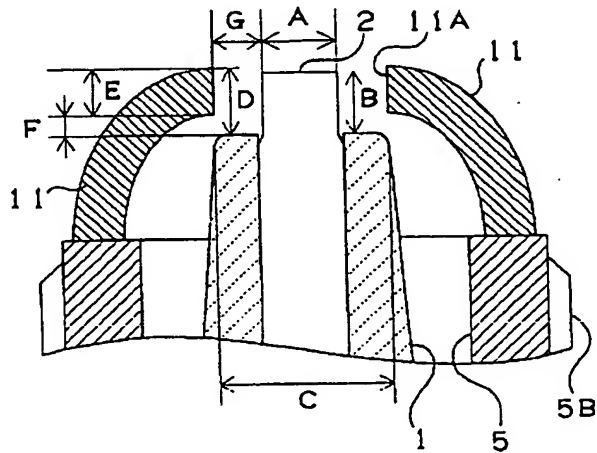
16

【図11】本発明に係る点火システムの一例を示す回路図である。

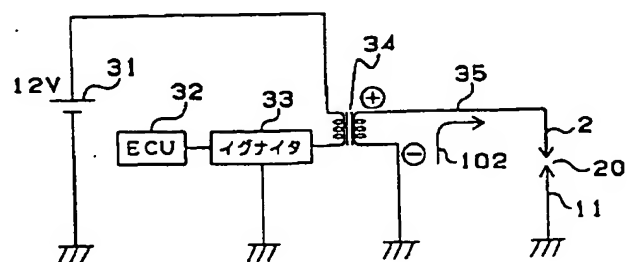
【符号の説明】

- 1 絶縁碍子
- 2 中心電極
- 5 主体金具
- 11 接地電極
- 11A 接地電極の対向面をなす端面
- 21 耐火花消耗部材
- 31 バッテリ
- 34 点火コイル
- F セミ沿面気中ギャップ
- G 側方電極気中ギャップ

【図2】

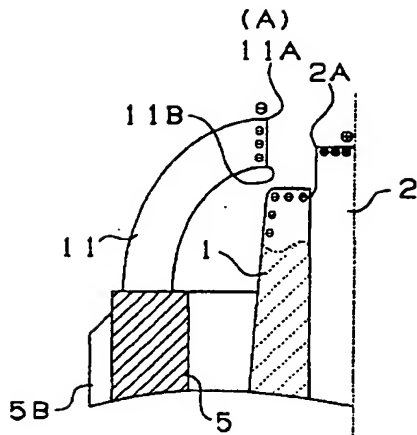


【図11】

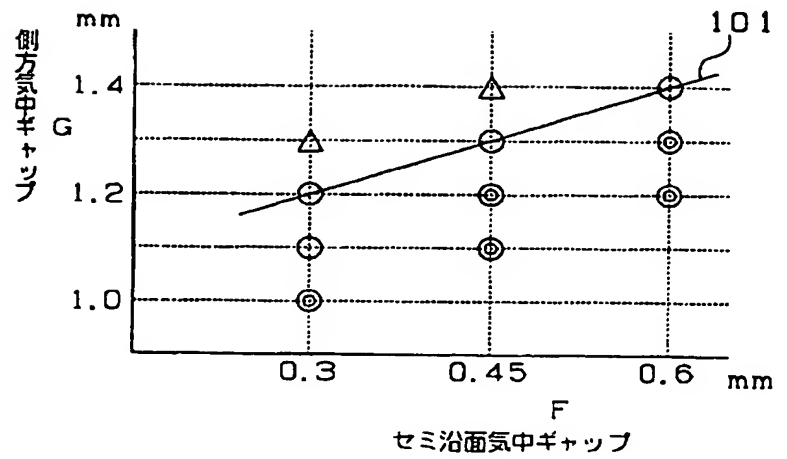


(10)

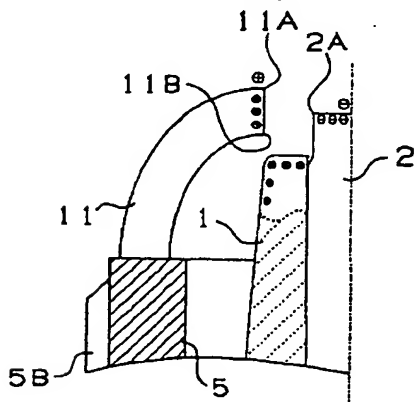
【図3】



【図4】

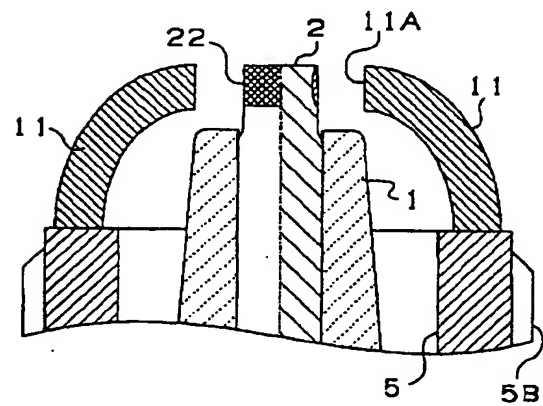


(B)

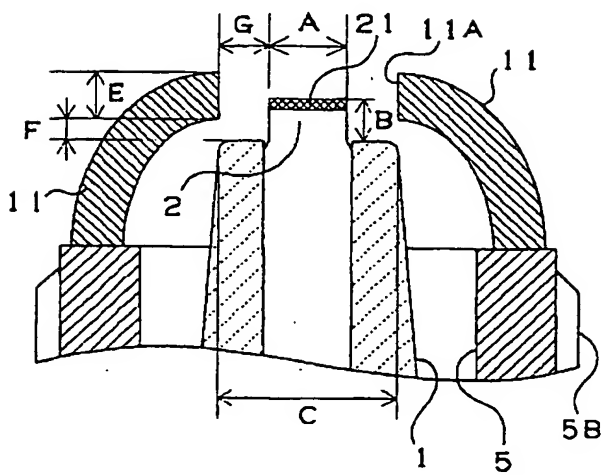


【図7】

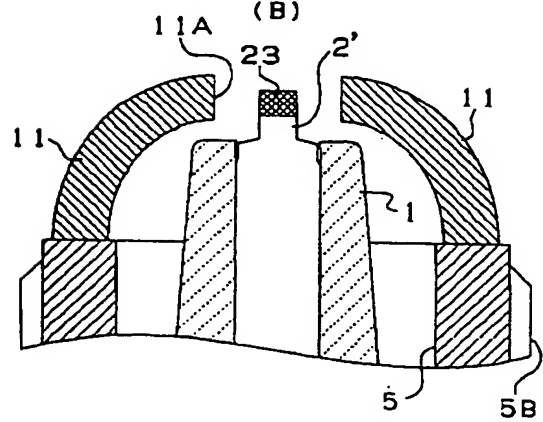
(A)



【図5】

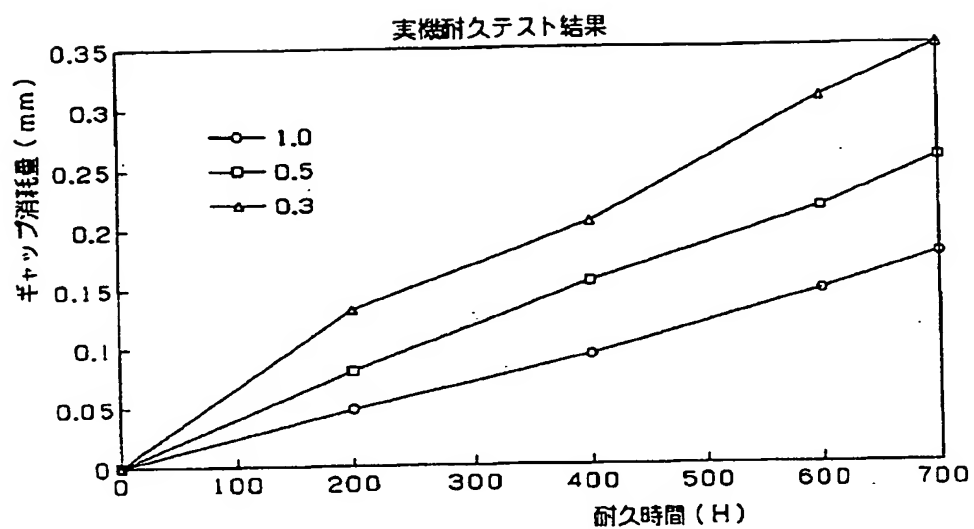


(B)

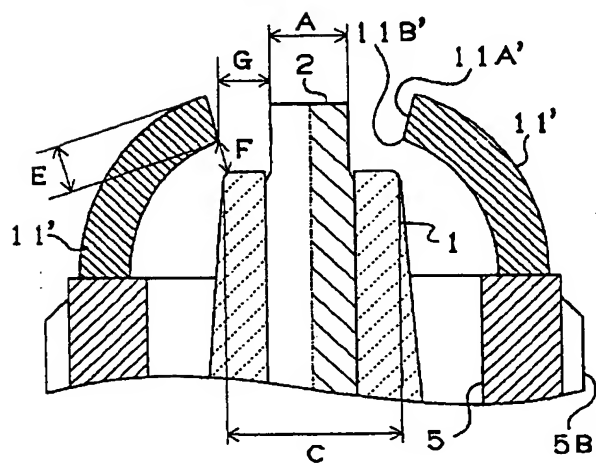


(11)

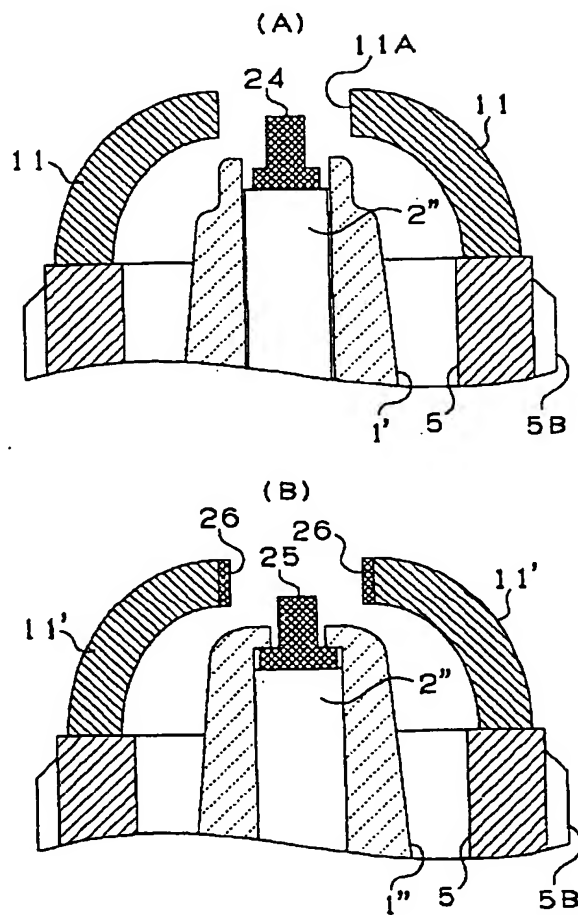
【図6】



【図8】

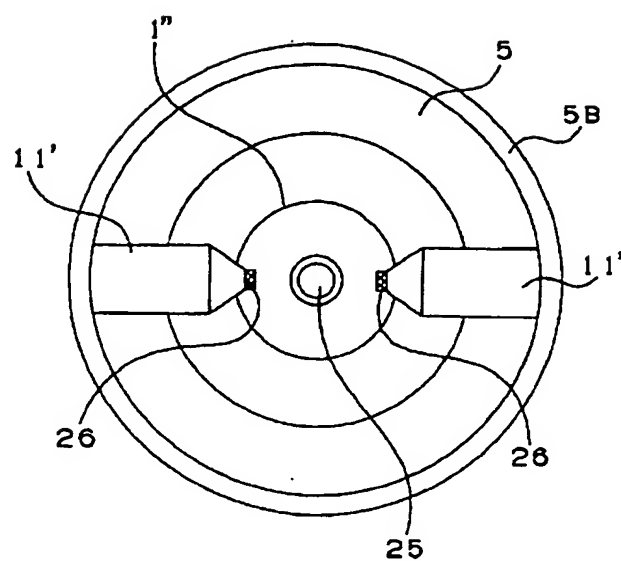


【図9】



(12)

【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 吉田 和正  
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日  
本特殊陶業株式会社内

(72)発明者 山口 誠  
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日  
本特殊陶業株式会社内

(72)発明者 岩田 和也  
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日  
本特殊陶業株式会社内